

КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА В ПРИЗМЕ БЕЗОПАСНОСТИ



Во вступительном слове на пресс-конференции 5-й Международной выставки испытательного оборудования, систем и технологий авиационно-космической промышленности **Aerospace Testing Russia 2008** прозвучало, что причиной ряда особенно трагических событий, среди которых была названа авиакатастрофа самолета Боинг 737 в Перми 14 сентября 2008 г., является отсутствие современной, комплексной диагностики. Существует острая необходимость не через часы, а в режиме реального времени отслеживать процессы эксплуатации сложных технических объектов, к которым, в частности, относятся воздушные суда. Редакция журнала «Авианорама» обратилась с вопросами к автору этих слов – академику Российской академии наук, президенту Российского общества по неразрушающему контролю и технической диагностике (РОНКТД), президенту делового клуба научно-технических организаций прикладной науки «Русский инженер», члену Европейской Академии, профессору Владимиру Владимировичу КЛЮЕВУ.

– Владимир Владимирович, что в настоящее время понимается под технической диагностикой, как, например, соотносятся техническая диагностика (ТД) и неразрушающий контроль (НК), средства технической диагностики и испытательное оборудование? Каков современный уровень развития технической диагностики как научно-прикладной дисциплины и средств воплощения ее достижений в практику?

– Под технической диагностикой понимают установление и изучение технического состояния объектов для предсказания режимов их работы и определения остаточного ресурса.

Неразрушающий контроль – это разработка и применение технических методов исследования материалов или деталей, узлов, компонентов изделий с целью оценки их целостности, свойств, состава и измерения геометрических характеристик путем обнаружения дефектов, измерения их параметров способами, не ухудшающими последующую эксплуатационную пригодность и надежность.

Применительно к конкретным объектам НК и ТД могут осуществляться одними и теми же средствами, однако задачи и цели технической диагностики подразумевают не только обнаружение дефектов, но и оценку их влияния на работоспособность изделия, его ресурс и другие параметры, в то время как целью НК в основном является обнаружение дефектов и измерение их параметров.

Важной характеристикой изделия,

подлежащего контролю, является его контролепригодность или приспособленность к диагностированию, которая должна предусматриваться на стадии его разработки.

В настоящее время ни один технологический процесс производства и эксплуатации сложных конструкций и сооружений не обходится без НК и ТД. Теория физических основ методов НК и ТД является предметом исследований как в институтах прикладной науки, так и в университетах и академических институтах. При создании приборов и систем НК и ТД используются современные технологии, такие, как математическое моделирование, информатика и многое другое. В функции аппаратуры входят не только процессы мониторинга и зондирования, но и регистрации, обработки информации, сохранения в памяти результатов. Близкой к решению является задача автоматической расшифровки результатов контроля и оценки остаточного ресурса изделий.

– Какого рода проблемы препятствуют развитию неразрушающего контроля, технической диагностики, а также их применению в практике эксплуатации аэрокосмической техники?

– Пожалуй, наиболее существенными проблемами, препятствующими развитию и применению в эксплуатации аэрокосмической техники современных методов и средств НК, являются устаревшие стандарты и другие нормативные документы.

В самом деле, если взять наиболее распространенные ультразвуковые ме-

тоды и приборы, то окажется, что в эксплуатации находятся многие приборы, разработанные более 30 лет назад. При этом результаты контроля в большой степени зависят от так называемого «человеческого фактора», т.е. от квалификации и опыта дефектоскописта. В качестве примера можно привести случай, когда на одном весьма уважаемом предприятии ответственный узел, прошедший контроль толщины, был затребован для изготовления изделия через определенное время. Каково же было удивление специалистов, когда после повторного контроля оказалось, что толщина стенки узла увеличилась. Оказывается, в практике подразделения, обеспечивавшего контроль, был использован некий «коэффициент» снижения толщины по сравнению с измеренным значением. Понятно, что отсутствие в стандартах норм на обязательную регистрацию измеренных значений, что обеспечивают современные цифровые приборы, может привести к крайне неприятным последствиям.

Другим фактором, сдерживающим развитие методов и создание современных приборов, является реальное отсутствие достаточного финансирования новых разработок. Большинство новых приборов, как мне известно, разрабатывается за счет собственного финансирования предприятия или для поставки новой техники зарубежным заказчикам за их счет. К сожалению, имеет место тенденция закупки за рубежом приборов и систем, которые успешно могли быть разработаны и пос-

тавлены отечественными производителями. А ведь зависимость от западного производителя для авиации и космонавтики весьма опасна.

Очень актуальной является кадровая проблема. РОНКТД создает структуры, занимающиеся подготовкой специалистов в области НК и ТД в соответствии с требованиями промышленности и потребителей на основе программ, разработанных за рубежом и в Российской Федерации. Однако из-за большой текучести кадров на предприятиях общий уровень квалификации дефектоскопистов недостаточен.

– В чем состоит миссия РОНКТД, кто в него входит, какие конкретные задачи оно решает и какие планы строит на будущее?

– Российское общество по неразрушающему контролю и технической диагностике в его современном виде является правопреемником Общества СССР по неразрушающему контролю (ОСНК). Первый съезд РОНКТД состоялся 6 декабря 1991 г. в Москве. На съезде РОНКТД было провозглашено открытым обществом для институтов, заводов, производств и компаний, отдельных специалистов, заинтересованных в неразрушающем контроле и технической диагностике. Членами общества являются практически все основные предприятия и организации аэрокосмической, нефтяной, газовой, машиностроительной, металлургической, химической и других отраслей промышленности и транспорта абсолютного большинства регионов России, институты, разрабатывающие средства НК, и их производители, ВУЗы, а также все ведущие специалисты в этой области.

Главная цель РОНКТД – дальнейшее развитие и внедрение методов и средств НК и ТД с целью повышения качества промышленной продукции, повышения безопасности промышленных объектов, диагностирования экологических, террористических и других чрезвычайных ситуаций.

РОНКТД является членом целого ряда международных организаций. Его основными целями являются развитие творческой активности своих членов, удовлетворение их научных и профессиональных интересов, а также активизация международных контактов и сотрудничества для комплексного решения проблем повышения качества и надежности промышленных изделий.

Для достижения поставленной цели общество способствует быстрейшему внедрению достижений техники НК и ТД в серийное производство и промышленность, повышению эффективности и качества разрабатываемых, выпускаемых и эксплуатируемых средств,

принимает активное участие в формировании научной политики и прогнозирования развития науки и техники в области создания и внедрения в промышленность средств НК и ТД, непосредственно участвует в подготовке специалистов по неразрушающему контролю всех уровней, организует широкий обмен научными идеями и техническими решениями, содействует взаимопониманию между учеными и производителями, обобщает и распространяет опыт, накопленный в международном сообществе в области новейших технологий НК и ТД.

– На конференции IX Международного форума «Высокие технологии XXI века» Вы руководили секцией №1 – «Нанотехнологии и новые материалы». О неразрушающем контроле, методах и средствах его проведения «Авианорама» сообщала, в частности, в №№ 2, 3 и 4 2008 года, но при этом не затрагивала вопросы нанотехнологий. Насколько применение нанотехнологий обуславливает развитие средств НК и ТД?

– Нанотехнологии – это область науки, манипулирующая объектами размером менее 100 нанометров. По расчетам специалистов, нанотехнологии окажут максимальное воздействие на автомобилестроение, оптику, фармацевтику и медицину, электронику.

Имеется целый ряд достижений в области создания наноматериалов и изделий на их основе. А повысить характеристики материалов позволяют разработанные технологии введения в состав полимерных композитов углеродных наночастиц. Интеллектуальные материалы – будущее новой техники, в том числе и для первичных преобразователей НК и ТД. Они обладают функциями самоадаптации, позволяют конструкции в ходе эксплуатации саморазгружаться при чрезмерном нагружении и в нештатных ситуациях производить контроль за возникновением и

развитием повреждений в конструкциях из композиционных материалов за счет встроенных сенсоров, являющихся армирующими элементами композита.

Для обеспечения качества и безопасной эксплуатации новой продукции по-прежнему возможно одновременное использование значительного арсенала современных средств НК и ТД, работающих на различных физических принципах.

Всем известна проблема надежности теплозащиты авиационно-космических аппаратов многократного использования. Неразрушающий контроль до первого полета и в последующем производят путем регистрации параметров отраженных микроволн, а использование сфокусированного терагерцового излучения обещает еще большие перспективы.

Современные лазерные быстродействующие эллипсометры позволяют измерять толщину тончайших светопрозрачных пленок с точностью ± 5 Ангстрем. Лазерные дифракционные анализаторы размеров нанопорошков и других наночастиц обеспечивают высокую точность и воспроизводимость результатов в диапазоне от 3 нм до 3 мкм, используя физический принцип рассеяния электромагнитных волн и регистрацию их интенсивности под разными углами наблюдения.

Микрофокусные рентгеновские аппараты нашли широкое применение в аэрокосмической, атомной, автомобильной и электронной промышленности для контроля печатных плат, электронных компонентов и решения других задач неразрушающего контроля, включая антитеррористическую диагностику. Даже малая часть примеров показывает, что новые конструкционные материалы и изделия, создаваемые на основе традиционных и современных нанотехнологий, могут успешно контролироваться с помощью уже разработанных методов и средств. Однако достижение более высоких физико-ме-



Академик РАН В.В. Клюев открывает пресс-конференцию Aerospace Testing Russia 2008

С применением ЭМА толщиномера А1270 в течение ряда лет в производственных условиях ГКНПЦ им. М.В. Хруничева обеспечивается промышленный контроль толщины стенки деталей обшивки корпуса и многих деталей сложной формы ракеты «Протон»



ханических, химических и эксплуатационных параметров материалов требует адекватного совершенствования сопровождающего техпроцессы контроля-диагностического оборудования.

Развитие систем нанодиагностики включает разработку новых сенсоров, датчиков и преобразователей на основе нанотехнологий и наноматериалов, разработку самих приборов и систем нанодиагностики, их метрологическое обеспечение, а также подготовку и сертификацию персонала.

Наибольшее развитие систем нанодиагностики происходит с использованием сканирующей зондовой микроскопии.

Одним из главных путей развития методов и средств неразрушающего контроля нового поколения является использование известных наноэффектов и разработанных на основе нанотехнологий наносенсоров и нанопреобразователей.

– Почти полвека назад для решения задач неразрушающего контроля и технической диагностики сложных технических систем создан НИИ интроскопии МНПО «Спектр». Что в деятельности этой организации имеет непосредственное отношение к аэрокосмическому машиностроению, к авиации и космонавтике?

– Действительно, за прошедшие годы НИИ интроскопии и МНПО «Спектр» занимались решением важных задач НК и ТД авиационно-космических систем. Мы постоянно поддерживаем деловые и творческие контакты с РКК «Энергия», ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, ОАО «ОКБ им. Сухого», Военно-космической академией им. А.Ф. Можайского, Авиационной Корпорацией «РУБИН», ФГУП «ВИАМ», ОАО «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко», ГосНИИ ГА, НМК ОАО «Туполев» и многими другими научными организациями и промышленными предприятиями, разработа-

тывающими авиакосмическую технику и ведомствами, эксплуатирующими ее.

Поскольку каждая новая авиационно-космическая система требует использования как традиционных, так и принципиально новых материалов и конструкций, возникает необходимость создавать новые методы и средства НК их качества.

Характерным примером является орбитальный корабль (ОК) «Буран», 20-летие космического полета которого будет отмечаться 15 ноября с.г. При создании «Бурана» исследователи и конструкторы столкнулись с новыми проблемами НК теплозащитных материалов, жаропрочных, композиционных и др. неметаллических материалов, металлоконструкций и агрегатов из новых материалов и их неразъемных соединений.

Эти проблемы были решены совместными усилиями НПО «Молния», МНПО «Спектр» и другими специализированными организациями. Так, например, с помощью оригинальных алгоритмов обработки и реконструкции изображений была существенно повышена чувствительность и разрешающая способность компьютерной рентгеновской томографической системы для выявления несплошностей в металлических и неметаллических конструкциях. В области теплового НК выявлены закономерности распространения тепловой энергии в анизотропных материалах. Эти закономерности были использованы при создании новых средств НК неметаллических материалов. В области акустического НК разработаны эффективные способы формирования акустических полей заданной формы, методы распознавания типов дефектов и оценки их размеров. Изучены и применены многие другие методы НК: метод электромагнитной эмиссии для прогнозирования остаточного ресурса теплозащитных покрытий; метод акустической эмиссии

для оценки качества монтажа этих покрытий на изделия; тепловые, нейтронные и радиоволновые методы контроля содержания влаги в теплозащите в процессе эксплуатации; методы твердомерии, виброметрии и другие методы контроля физико-механических характеристик, оценки напряженно-деформированного состояния и остаточного ресурса отдельных элементов и изделия в целом. Работы, проведенные в этой области, нашли применение и получили дальнейшее развитие при разработке многоцелевой авиационно-космической системы МАКС. Их результаты находят широкое применение и в других отраслях отечественной промышленности.

Требованиям НК и ТД авиационно-космической техники соответствует значительное количество разработанных в последние годы в ЗАО «НИИ интроскопии МНПО «Спектр» современных цифровых средств неразрушающего контроля. В качестве примера можно привести разработки на базе новых способов возбуждения-приема ультразвуковых колебаний и цифровых технологий. В работах института важное внимание уделяется исследованиям методов контроля с применением преобразователей с сухим точечным контактом, электромагнитоакустических (ЭМА) преобразователей, фазированных антенных решеток.

Многие важные совместные разработки, начало которым было положено в 1980-е годы, совершенствуются и поныне, объединяют ученых из разных стран. Так, специалистами ВНИИНК (Кишинев), Одесского технического университета и ОАО «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко» на базе фундаментальных и прикладных исследований акустической тензометрии была решена важная задача контроля резьбовых соединений жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) энергоустановок аэрокосмических аппаратов. Разработана методика, которая положена в основу отраслевого стандарта и технических условий на процесс контроля. Метод и аппаратура внедрены для контроля штатной продукции в ОАО «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко», что существенно повысило надежность сборки разъемных соединений ЖРД. Не случайно именно двигатели этого объединения обеспечили победу в конкурсе на разработку двигателя для первой ступени модернизированной космической РН «Атлас III» (США). По контракту с фирмой Pratt & Whitney в короткие сроки был разработан двигатель РД-180 и вскоре начато его серийное производство и поставки в США.

– Вы входите в состав Рабочей группы при президенте РАН по

анализу риска и проблем безопасности. С какой целью она создана и какие решает задачи?

– Рабочая группа при президенте РАН по анализу риска и проблем безопасности создана для решения задач в области технической и экологической безопасности. К ним относятся оперативный анализ кризисов, аварий и катастроф с участием ведущих специалистов и ученых страны, проведение экспертиз и выдача рекомендаций и предложений для органов государственного управления с целью обеспечения и повышения национальной безопасности.

Поскольку проблемы безопасности носят интернациональный характер, одной из важных задач группы является организация международного сотрудничества по проблемам риска и безопасности.

В задачи группы входит подготовка предложений для руководства РАН по повышению уровня фундаментальных и поисковых исследований и разработка рекомендаций по внедрению в практику новых методологий, повышающих безопасность населения, объектов и территорий, подготовка предложений для Федеральных органов по управлению рисками и повышению безопасности на национальном и международном уровнях.

Проблемам оценки рисков эксплуатации сложных технических и технологических объектов мы уделяем повседневное внимание. Тематика заседаний группы касается практически всех отраслей промышленности и транспорта.

Надо сказать, что инициатором создания и первым руководителем группы был крупный ученый академик РАН Константин Васильевич Фролов. Он, инициатор и главный редактор многолетнего издания «Безопасность России», в предисловии к книге «Экологическая диагностика», вышедшей в этом издании под моей редакцией, писал: «...вмешательство человека в природу приводит к необратимым последствиям, опасным для дальнейшего существования человеческого сообщества. Практика показывает, что затраты на диагностирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций в десятки раз ниже, чем затраты, необходимые для ликвидации последствий аварий и катастроф».

– Относятся ли к сфере Вашего внимания антитеррористическая диагностика, методы и средства поисково-досмотровых систем, особенно важные в настоящее время на воздушном транспорте?

– Информационные методы и средства антитеррористической и криминалистической диагностики (АТКД) – одно из важнейших направлений работы

НИИ интроскопии и многих предприятий и фирм, входящих в РОНКТД.

В задачи АТКД, которые являются одними из важнейших для государства и требуют эффективного использования всех известных физических и химических методов исследования, полного спектра электромагнитных волн, ультразвуковых, вибрационных и шумовых методов, проникающих веществ и других методов, входят обнаружение взрывчатых веществ, вооруженных формирований, наркотиков, противопехотных мин, фальшивых документов и банкнот, защиты территорий и т.д. Для АТКД применяют сотни типов приборов и устройств, в том числе радиационные и ультразвуковые микромографы, многоканальные тепловизоры, рентгено-телевизионные и флюороскопические системы, видеозендоскопы, ультрафиолетовые компараторы, спектрометры, газовые хроматографы, устройства радиационного захвата медленных нейтронов и др.

В связи с бурным развитием и большими объемами применения новых интеллектуальных и комплексных средств и систем диагностики, основанных на последних достижениях физики и информатики, для обеспечения безопасности людей, предприятий, городов и стран, исследованиям и разработке методов и систем диагностики уделяется серьезное внимание. Эта деятельность приобрела характер глобализации – преобразования и укрупнения компаний разработчиков и производителей АТКД в рамках ассоциаций, союзов и обществ, использующих единую международную систему переподготовки кадров специалистов. Глобализация АТКД требует создания новых диагностических программ интерфейсов, технологий, матричных преобразователей с высокопроизводительной многомерной обработкой сигнала и изображений, определением остаточного ресурса и риска эксплуатации.

Весьма перспективным представля-

ется метод предотвращения террористических актов путем своевременного обнаружения «закладок». Специалистами ЗАО «НИИ интроскопии» решена задача поиска малоразмерных инородных включений в бетоне при одностороннем доступе к обследуемому объекту с использованием ультразвуковых волн.

РОНКТД уделяет проблемам создания и эффективного использования информационных методов и средств антитеррористической и криминалистической диагностики самое серьезное внимание.

– Вы – академик РАН, работающий в системе организаций негосударственного подчинения. Как связана деятельность, например, ЗАО МНПО «Спектр» с Программами РАН?

– Связь эта органична и конкретна. По нашему предложению при Отделении энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН (ОЭММПУ РАН) образован Научный Совет РАН по автоматизированным системам диагностики и испытаний.

Среди членов Совета – представители академической, вузовской и отраслевой науки, руководители крупных промышленных предприятий из Москвы, Санкт-Петербурга, ряда регионов Российской Федерации.

На расширенном заседании Бюро ОЭММПУ РАН и Научного Совета по автоматизированным системам диагностики и испытаний РАН, которое состоялось 22 октября 2007 г. в ЗАО МНПО «Спектр», была рассмотрена проблема «Информационные диагностические технологии – основа безопасности страны».

В конкретной работе мы чувствуем понимание и поддержку руководства РАН, желание многих академических институтов внести свой вклад в решение задач неразрушающего контроля и технической диагностики, а значит, и безопасности всей нашей жизнедеятельности.

